

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 8 9 8 0 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 8 9 8 0 2 ]

出      願      人            株 式 会 社 東 芝  
Applicant(s):



2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300751

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03F 1/32

【発明の名称】 フィードフォワード型増幅器とこの増幅器を備えた無線通信機

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

    【氏名】 加屋野 博幸

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

    【氏名】 荒木 裕太

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘 3 丁目 1 番地の 1 株式会社東芝日野工場内

    【氏名】 大塚 勇寿

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100058479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴江 武彦

    【電話番号】 03-3502-3181

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フィードフォワード型増幅器とこの増幅器を備えた無線通信機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の信号を増幅して第 2 の信号を出力する第 1 の増幅回路と；

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号との差分に相当する信号を出力する回路と；

前記出力された差分に相当する信号をもとに、前記第 2 の信号に含まれる歪み成分をキャンセルするための第 3 の信号を生成する回路と；

前記生成された第 3 の信号を増幅して出力する第 2 の増幅回路と；

前記第 2 の増幅回路から出力された第 3 の信号と、前記第 1 の増幅回路から出力された第 2 の信号とを合成し、合成された信号を増幅信号として出力する合成回路と；

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を前記増幅信号として出力させる制御手段と

を具備したことを特徴とするフィードフォワード型増幅器。

【請求項 2】 前記制御手段は、

前記増幅信号の出力レベルを指定する制御信号を取り込む手段と；

前記取り込まれた制御信号により指定される出力レベルに応じて、前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を増幅信号として出力させる手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 記載のフィードフォワード型増幅器。

【請求項 3】 前記制御手段は、

前記増幅信号の出力レベルを検出する手段と；

前記検出された出力レベルが予め設定されたしきい値未満であるときに、前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を増幅信号として出力

させる手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 記載のフィードフォワード型増幅器。

【請求項 4】 前記第 2 の増幅回路は、

直列に配置された複数の増幅器と；

前記複数の増幅器の接続数を切り替える切替回路と  
を備え、

前記制御手段は、

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入している期間に、前記切替スイッチを制御して前記複数の増幅器の接続数を変更する手段を

さらに備えることを特徴とする請求項 1 記載のフィードフォワード型増幅器。

【請求項 5】 前記第 3 の信号を前記合成回路を迂回して増幅信号として出力するバイパス回路と；

前記合成回路を経由する第 1 の経路と、前記バイパス回路を経由する第 2 の経路とを選択する切替回路と

をさらに具備し、

前記制御手段は、

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入している期間に、前記切替回路を制御して前記第 2 の経路を選択させる手段を  
さらに備えることを特徴とする請求項 1 記載のフィードフォワード型増幅器。

【請求項 6】 フィードフォワード型増幅器を備える無線ユニットと、無線通信動作を統括的に制御する制御ユニットとを具備する無線通信機であって、

前記無線ユニットのフィードフォワード型増幅器は、

第 1 の信号を増幅して第 2 の信号を出力する第 1 の増幅回路と；

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号との差分に相当する信号を出力する回路と  
；

前記出力された差分に相当する信号をもとに、前記第 2 の信号に含まれる歪み成分をキャンセルするための第 3 の信号を生成する回路と；

前記生成された第 3 の信号を増幅して出力する第 2 の増幅回路と；

前記第 2 の増幅回路から出力された第 3 の信号と、前記第 1 の増幅回路から出力された第 2 の信号とを合成し、合成された信号を増幅信号として出力する合成回路と

を備え、

前記制御ユニットは、

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を増幅信号として出力させるように、前記フィードフォワード型増幅器を制御する手段を備えることを特徴とする無線通信機。

【請求項 7】 前記制御ユニットは、

前記増幅信号の出力レベルを指定する制御信号を取り込む手段と；

前記取り込まれた制御信号により指定される出力レベルが予め設定されたしきい値以下であるときに、前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を増幅信号として出力させるように、前記フィードフォワード型増幅器を制御する手段と

を備えることを特徴とする請求項 6 記載の無線通信機。

【請求項 8】 前記制御ユニットは、

前記フィードフォワード型増幅器から出力される増幅信号の出力レベルを検出する手段と；

前記検出された出力レベルが予め設定されたしきい値未満であるときに、前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入し、この状態で前記第 2 の増幅回路から出力される第 3 の信号を増幅信号として出力させるように、前記フィードフォワード型増幅器を制御する手段と

を備えることを特徴とする請求項 6 記載の無線通信機。

【請求項 9】 前記フィードフォワード型増幅器の第 2 の増幅回路は、

直列に配置された複数の増幅器と；

前記複数の増幅器の接続数を切り替える切替回路と  
を備え、

前記制御ユニットは、

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入するように前記フィードフォワード型増幅器を制御している状態で、前記切替スイッチを制御して前記複数の増幅器の接続数を切り替える手段をさらに備えることを特徴とする請求項 6 記載の無線通信機。

【請求項 10】 前記フィードフォワード型増幅器は、

前記第 3 の信号を前記合成回路を迂回して増幅信号として出力するバイパス回路と；

前記合成回路を経由する第 1 の経路と、前記バイパス回路を経由する第 2 の経路とを選択する切替回路と

をさらに具備し、

前記制御ユニットは、

前記第 1 の増幅回路の電源を切断すると共に前記第 2 の増幅回路の電源を投入している期間に、前記切替回路を制御して前記第 2 の経路を選択させる手段をさらに備えることを特徴とする請求項 6 記載の無線通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば移动通信システムの基地局において無線信号を電力増幅するために使用されるフィードフォワード型増幅器と、このフィードフォワード型増幅器を備えた無線通信機に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、移动通信システムにおいては、周波数の有効利用の観点から多値変調方式が採用されている。多値変調方式により変調された信号は振幅と位相に情報を含む。このため、多値変調方式を採用する無線通信機では、線形特性の優れた電力増幅器が必要不可欠であり、その一つとしてフィードフォワード型増幅器が知られている。フィードフォワード型増幅器を使用すると、隣接周波数帯域或いは次隣接周波数帯域へ漏出する電力レベルを規定値以下に抑圧することが可能であ

る。

### 【0003】

フィードフォワード型増幅器は、例えばメイン増幅器と、エラー増幅器と、フィードフォワード回路とを備える。そして、フィードフォワード回路において、メイン増幅器から出力される無線信号に含まれる歪み成分を検出し、この歪み成分をもとに上記メイン増幅器から出力される無線信号と同振幅でかつ逆位相のキャンセル信号を生成する。そして、この生成されたキャンセル信号をエラー増幅器で増幅したのち、上記メイン増幅器から出力される無線信号に足し合わせることで、当該無線信号に含まれる歪み成分をキャンセルするものである（例えば、特許文献1を参照。）。

このようなフィードフォワード型増幅器は、一般に最大電力を出力する動作条件の下で使用される。

### 【0004】

#### 【特許文献1】

特開平09-212885号公報。

### 【0005】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、最近移動通信システムでは、セルと呼ばれる無線ゾーンの大きさを例えば地勢やトラフィック量に応じて可変設定することが多くなっている。そして、これに伴い基地局に使用される無線通信機には、送信電力レベルを可変設定できるようにすることが求められている。また、無線通信機の送信電力レベルは、セルの大きさとは無関係に基地局と移動局との間の距離によっても可変されることがある。

### 【0006】

しかし、無線通信機の送信電力レベルを小さい値に設定すると、フィードフォワード型増幅器はメイン増幅器だけで歪みの仕様を満たしてしまう。このため、エラー増幅器では電力が無駄に消費されることになる。

### 【0007】

そこで従来では、フィードフォワード型増幅器を小電力動作させる際に、エラ



一増幅器への電源供給を断として消費電力を低減する提案がなされている。しかし、フィードフォワード型増幅器では、メイン増幅器の消費電力が増幅器全体の消費電力の大部分を占める。このため、エラー増幅器への電源供給を断とするだけでは依然として電力消費が大きく、昨今の消費電力の低減要求に十分に对应されない。

#### 【0008】

この発明は上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、小信号出力時における消費電力をさらに低減することを可能にしたフィードフォワード型増幅器とこの増幅器を備えた無線通信機を提供することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するためにこの発明は、第1の信号を増幅して第2の信号を出力する第1の増幅回路と、上記第1の信号と前記第2の信号との差分に相当する信号を出力する回路と、上記出力された差分に相当する信号をもとに上記第2の信号に含まれる歪み成分をキャンセルするための第3の信号を生成する回路と、この生成された第3の信号を増幅して出力する第2の増幅回路と、この第2の増幅回路から出力された第3の信号と上記第1の増幅回路から出力された第2の信号とを合成し、合成された信号を増幅信号として出力する合成回路とを備えるフィードフォワード型増幅器において、上記第1の増幅回路の電源を切断すると共に上記第2の増幅回路の電源を投入し、この状態で上記第2の増幅回路から出力される第3の信号を増幅信号として出力させる制御手段を新たに設けたものである。

#### 【0010】

したがってこの発明によれば、上記したような第1の増幅回路の電源を切断すると共に第2の増幅回路の電源を投入する制御を、例えば小信号出力期間に行うと、小信号出力期間ではメイン増幅器である第1の増幅回路に代わって、歪みキャンセル用の第2の増幅回路から出力される第3の信号が増幅信号として出力される。このため、消費電力の大部分を占める第1の増幅回路による電力消費をほぼ零にすることができ、これによりフィードフォワード型増幅器、延いては無線

通信機の消費電力をさらに低減することが可能となる。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

##### (第1の実施形態)

図1は、この発明の一実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器を備えた、移動通信基地局に設けられる無線通信機の構成を示すブロック図である。

#### 【0012】

同図において、図示しない有線通信ネットワークから送られた情報データは、先ずベースバンド回路1に入力される。ベースバンド回路1では、上記入力された情報データに対し、情報量を圧縮するための符号化処理と、CDMA (Code Division Multiple Access) 方式により通信を行うための拡散符号化が行われる。上記拡散符号化された情報信号は、デジタル／アナログ変換器(D/A)2でアナログ信号に変換されたのち、送信回路3に入力される。

#### 【0013】

送信回路3は、直交変調器31と、周波数変換器32と、電力増幅器33Aとを備える。上記入力されたアナログ情報信号は、直交変調器31で直交変調されたのち周波数変換器32により無線周波数の信号に周波数変換される。この周波数変換は、上記直交変調器31から出力された変調信号を、周波数シンセサイザ(SYN)4により発生される送信局発振信号とミキシングすることにより行われる。なお、上記周波数シンセサイザ4から発生される送信局発振信号の周波数は、主制御部10により指示される。周波数変換された無線信号は、フィードフォワード型増幅器からなる電力増幅器33Aにより所定の送信電力レベルに増幅されたのち、アンテナ共用器(DUP)5を介してアンテナ6から図示しない移動局に向け送信される。

#### 【0014】

これに対し移動局から到来した無線信号は、アンテナ6で受信されたのちアンテナ共用器5を介して受信回路7に入力される。受信回路7では、上記入力された無線信号が低雑音増幅されたのち、中間周波数の受信信号に周波数変換される。この周波数変換は、上記無線信号を周波数シンセサイザ4から出力された受信

局部発振信号とミキシングすることにより行われる。なお、上記周波数シンセサイザ 4 から発生される受信局部発振信号の周波数は、先に述べた送信局部発振周波数と同様に主制御部 10 により指示される。上記周波数変換された受信信号は、続いて直交復調されて受信ベースバンド信号となり、アナログ／デジタル変換器 (A/D) 8 でデジタル信号に変換されたのちベースバンド回路 1 に入力される。

#### 【0015】

ベースバンド回路 1 は RAKE 受信機を備える。RAKE 受信機では、上記入力された受信ベースバンド信号に含まれるマルチパスの受信信号が拡散符号により逆拡散処理されたのち、シンボル位相を合わされたのち相互に合成される。この結果受信データが得られる。そして、この受信データは復号部により情報データに復号され、この復号された情報データは図示しない有線通信ネットワークへ送出される。

#### 【0016】

なお、図中 9 は電源回路を示す。この電源回路 9 は、例えば商用電源入力 AC in をもとに直流電源出力 DC out を生成し、この生成された直流電源出力 DC out を無線通信機の各回路部に供給する。

#### 【0017】

ところで、上記電力増幅器 33 A は次のように構成される。図 2 はその構成を示す回路ブロック図である。

すなわち、電力増幅器 33 A は、第 1 の増幅回路としてのメイン増幅器 101 と、第 2 の増幅回路としてのエラー増幅器 110 と、フィードフォワード回路とを備えている。

#### 【0018】

このうちフィードフォワード回路は、主信号キャンセル回路部と、歪みキャンセル回路部とから構成される。主信号キャンセル回路部は、メイン増幅器 101 の入力信号と出力信号とを同一振幅及び逆位相となるように調整して足し合わせることで、上記入力信号と出力信号との差分に相当する信号、つまり上記出力信号に含まれる歪み成分を検出するもので、例えば次のように構成される。

**【0019】**

すなわち、メイン増幅器101に入力される前の無線信号の一部がカップラ102により分岐され、この分岐された信号が遅延回路104で一定量遅延されたのち位相調整回路105により位相反転される。またそれと共に、メイン増幅器101から出力された無線信号の一部がカップラ103により分岐され、この分岐された信号の振幅が振幅調整回路106で調整される。そして、上記位相調整された信号と上記振幅調整された信号とが合成器107で足し合わされることにより、上記歪み成分が抽出される。

**【0020】**

歪みキャンセル回路部は、上記主信号キャンセル回路部により抽出された歪み成分と、上記メイン増幅器101の出力信号とを、同一振幅及び逆位相となるように調整したのち足し合わせるにより上記歪み成分をキャンセルするもので、次のように構成される。

**【0021】**

すなわち、上記主信号キャンセル回路部の合成回路107から出力された歪み成分は、位相調整回路108で位相が反転されさらに振幅調整回路109により振幅が調整されたのち、前記エラー増幅器110で増幅されてキャンセル信号となる。そして、このキャンセル信号は、遅延回路115により遅延量が調整された上記メイン増幅器101の出力信号とカップラ111で合成され、これによりメイン増幅器101の出力信号に含まれる歪み成分がキャンセルされる。

**【0022】**

さらに電力増幅器33Aは、切替回路と、検波回路(DET)116と、増幅制御回路120と、給電制御回路121とを備えている。

**【0023】**

このうち切替回路は、上記エラー増幅器110の出力端とカップラ111との間に挿入された第1の切替スイッチ112と、カップラ111と増幅出力端との間に挿入された第2の切替スイッチ113と、第1及び第2の切替スイッチ112, 113間を上記カップラ111を迂回して接続するバイパス線路119とから構成される。上記第1及び第2の切替スイッチ112, 113は、増幅制御回路12

0 から出力される切替制御信号に応じてそれぞれ切替動作する。

【0024】

検波回路 116 は、カプラ 114 により取り出された増幅された無線信号の一部を検波してその振幅レベルを検出し、この振幅レベルの検出値を増幅制御回路 120 に与える。

【0025】

増幅制御回路 120 は、前記ベースバンド回路 1 の主制御部 10 から与えられる増幅モード指定信号と、上記検波回路 116 から与えられた振幅レベルの検出値とをもとに、給電制御信号及び切替制御信号を生成する。そして、これらの給電制御信号及び切替制御信号をそれぞれ、給電制御回路 121 及び上記第 1 及び第 2 の切替スイッチ 112, 113 に与える。

【0026】

給電制御回路 121 は、上記増幅制御回路 120 から出力される給電制御信号に従い、上記メイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 に対する直流電源出力 D Cout の供給をオン／オフ制御する。

【0027】

次に、以上のように構成された電力増幅器 33A 及びこの電力増幅器 33A を備えた無線通信機の動作を説明する。

例えば移動通信事業者の保守員は、基地局を設置する際に当該基地局がカバーすべきセルの大きさに応じ、当該基地局に設けられる無線通信機の動作モードを指定入力する。動作モードとしては、径が例えば数 km 以上と大きいセルに対応する大セルモードと、上記大セルに比べ小径のセルに対応する中セルモードと、さらに小径のセルに対応する小セルモードとがある。

【0028】

上記動作モードが指定入力されると無線通信機の主制御部 10 は、無線信号の送信電力レベルが、上記指定入力された動作モードにより指定されるセル径に対応する値になるように可変利得増幅器（図示せず）の利得を制御する。またそれと共に、電力増幅器 33A の増幅制御回路 120 に対し上記セル径に対応した増幅モード指定信号を与える。

## 【0029】

電力増幅器 33A の増幅制御回路 120 は、上記与えられた増幅モード指定信号に基づいて、メイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 に対する電源供給と、切替スイッチ 112, 113 の切替状態を制御する。図 3 はその制御の状態を示すものである。

## 【0030】

例えば、先ず大セルに対応する増幅モード指定信号が与えられた場合には、増幅制御回路 120 は図 3 に示すように、メイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 を共に動作状態に設定するための給電制御信号を給電制御回路 121 に与える。このため、給電制御回路 121 は、メイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 に対し直流電源出力 DCout を供給する。このためメイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 はいずれも動作状態となる。またそれと共に増幅制御回路 120 は、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “a” 側に切り替わるようにそれぞれ制御する。

## 【0031】

したがって、この状態で電力増幅器 33A に入力された無線信号は、メイン増幅器 101 で増幅されたのち、エラー増幅器 110 から出力されたキャンセル信号とカプラ 111 で合成され、これにより歪み成分がキャンセルされた、大セルに対応する電力の無線信号となって送信される。図 5 は、このときの電力増幅器 33A の動作を示す等価回路図である。

## 【0032】

また、中セルに対応する増幅モード指定信号が与えられると、増幅制御回路 120 は次のような制御を実行する。すなわち、増幅制御回路 120 は図 3 に示すように、メイン増幅器 101 を動作状態に設定し、かつエラー増幅器 110 を非動作状態に設定するための給電制御信号を給電制御回路 121 に与える。このため、給電制御回路 121 は、メイン増幅器 101 に対し直流電源出力 DCout を供給する。このためメイン増幅器 101 は動作状態となる。これに対しエラー増幅器 110 には直流電源出力 DCout を供給しない。このため、エラー増幅器 110 は非動作状態となる。またそれと共に増幅制御回路 120 は、切替スイッチ

112, 113 を可動接点が固定接点 “a” 側に切り替わるようにそれぞれ制御する。

#### 【0033】

したがって、この状態で電力増幅器 33A に入力された無線信号は、メイン増幅器 101 で増幅されたのち、歪み成分のキャンセル処理が行われずにそのまま中セルに対応する電力の無線信号として送信される。すなわち、電力増幅器 33A はメイン増幅器 101 が単独動作することになり、エラー増幅器 110 が動作しない分だけ消費電力は低減される。図 6 は、このときの電力増幅器 33A の動作を示す等価回路図である。

#### 【0034】

なお、この場合歪み成分のキャンセル処理が行われませんが、無線信号の送信電力レベルが小さいときにはメイン増幅器 101 は歪みの仕様を満たすため、送信された無線信号が隣接周波数帯又は次隣接周波数帯に干渉を及ぼす心配は少ない。

#### 【0035】

さらに、小セルに対応する増幅モード指定信号が与えられると、増幅制御回路 120 は次のような制御を実行する。すなわち、増幅制御回路 120 は図 3 に示すように、メイン増幅器 101 を非動作状態に設定し、一方でエラー増幅器 110 を動作状態に設定するための給電制御信号を給電制御回路 121 に与える。このため、給電制御回路 121 はメイン増幅器 101 に対する直流電源出力 DCout を供給を断とする。したがって、メイン増幅器 101 は非動作状態に設定される。これに対しエラー増幅器 110 には直流電源出力 DCout を供給する。このため、エラー増幅器 110 は動作状態となる。またそれと共に増幅制御回路 120 は、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “b” 側に切り替わるようにそれぞれ制御する。

#### 【0036】

したがって、この状態ではメイン増幅器 101 が動作しないため、電力増幅器 33A に入力された無線信号はフィードフォワード回路を介してエラー増幅器 110 に入力され、このエラー増幅器 110 で増幅される。そして、このエラー増

幅器 110 で増幅された無線信号が、切替スイッチ 112, 113 を介して小セルに対応する電力の無線信号として送信される。すなわち、小セルの場合、電力増幅器 33A はエラー増幅器 110 が単独で動作することになり、メイン増幅器 101 が動作しない分消費電力は大幅に低減される。

#### 【0037】

しかも、上記エラー増幅器 110 から出力された無線信号は、バイパス線路 119 を経由することでカプラ 111 を迂回して出力される。このため、エラー増幅器 110 から出力された無線信号は、カプラ 111 による減衰を受けずに送信されることになり、その分エラー増幅器 110 の増幅利得を低く設定して消費電力をさらに低減することが可能となる。

図 7 は、上記小セルに応じた小信号出力時における電力増幅器 33A の動作を示す等価回路図である。

#### 【0038】

一方、以上述べた大セル、中セル及び小セルに対応する各動作モードに応じた増幅動作中に、主制御部 10 により例えば移動局との間の距離の変化に伴う送信電力制御が行われたとする。この場合増幅制御回路 120 は、無線信号の送信電力レベルに応じて適応的に電力増幅器 33A の増幅動作を変更する。

#### 【0039】

例えば、大セルに対応する動作モードにより増幅動作を行っている状態で、送信電力レベルが低下し、これにより検波回路 116 の検出値が大セルに対応する動作モードのしきい値を下回ったとする。そうすると、増幅制御回路 120 は中セルに対応する動作モードによる動作状態に変更するべく、エラー増幅器 110 への電源供給を断とするように給電制御回路 121 を制御する。

このため、エラー増幅器 110 は非動作状態になり、電力増幅器 33A はメイン増幅器 101 が単独動作する状態となる。このため、エラー増幅器 110 が動作しない分だけ消費電力は低減される。

#### 【0040】

同様に、中セルに対応する動作モードで増幅動作が行われている状態で送信電力レベルが低下し、これにより検波回路 116 の検出値が中セルに対応する動作



モードのしきい値を下回ったとする。そうすると、増幅制御回路 120 は小セルに対応する動作モードによる動作状態に変更するべく、メイン増幅器 101 への給電を断とし、代わりにエラー増幅器 110 への給電を行うように給電制御回路 121 を制御する。またそれと共に、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “b” 側に切り替わるように制御する。

#### 【0041】

このため、メイン増幅器 101 は非動作状態となり、代わりにエラー増幅器 110 により増幅された無線信号が送信される。すなわち、このとき電力増幅器 33A はエラー増幅器 110 のみが動作することになり、メイン増幅器 101 が動作しない分消費電力は大幅に低減される。

#### 【0042】

また反対に、例えば小セルに対応する動作モードで動作している状態で送信電力レベルが増加し、これにより検波回路 116 の検出値が中セルモードのしきい値以上になったとする。そうすると、増幅制御回路 120 は中セルに対応する動作モードの動作状態に変更するべく、メイン増幅器 101 への電源供給を開始すると共に、エラー増幅器 110 への電源供給を断とするように給電制御回路 121 を制御する。またそれと共に、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “a” 側に切り替わるように制御する。

#### 【0043】

このため、メイン増幅器 101 は動作状態となり、以後このメイン増幅器 101 により増幅された無線信号が送信される。またこのときエラー増幅器 110 は非動作状態に設定されるので、その分消費電力は抑制される。

#### 【0044】

同様に、中セルに対応する動作モードで動作している状態で送信電力レベルが増加し、これにより検波回路 116 の検出値が大セルに対応する動作モードのしきい値以上になったとする。そうすると、増幅制御回路 120 は大セルに対応する動作モードの動作状態に変更するべく、メイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 の両方へ電源供給を行うように給電制御回路 121 を制御する。

#### 【0045】

このため、入力された無線信号は、メイン増幅器 101 で増幅されたのち、フィードフォワード回路及びエラー増幅器 110 により生成されたキャンセル信号とカプラ 111 で合成され、これにより歪み成分がキャンセルされたのち送信される。したがって、隣接周波数帯や次隣接周波数帯への干渉を規定値以下に抑圧した上で、大出力の無線送信動作を行うことができる。

#### 【0046】

以上述べたように第 1 の実施形態では、増幅制御回路 120 において、主制御部 10 から指定された増幅動作モードに応じ、大セルの場合にはメイン増幅器 101 及びエラー増幅器 110 へ給電するように給電制御回路 121 を制御すると共に、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “a” 側に切り替わるように制御する。また中セルの場合には、メイン増幅器 101 へ給電しかつエラー増幅器 110 への給電を断とするように給電制御回路 121 を制御し、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “a” 側に切り替わるように制御する。さらに小セルモードの場合には、メイン増幅器 101 への給電を断って代わりにエラー増幅器 110 へ給電するように給電制御回路 121 を制御すると共に、切替スイッチ 112, 113 を可動接点が固定接点 “b” 側に切り替わるように制御する。

#### 【0047】

したがって、大セルに向け無線信号を送信する場合には、フィードフォワード回路の働きにより歪みがキャンセルされた高品質の無線信号を送信できる。一方、中セルに向け無線信号を送信する場合には、エラー増幅器 110 が非動作状態に設定されるのでその分消費電力を低減することができ、さらに小セルに向け無線信号を送信する場合には、メイン増幅器 101 が非動作状態に設定されて代わりにエラー増幅器 110 により増幅された無線信号が送信されるため、消費電力をより一層低減することができる。図 4 に、以上のような増幅動作の制御を行った場合の、送信出力電力  $P_{out}$  [dBm] に対する消費電力 (DC Power) [W] の変化の一例を示す。

#### 【0048】

また第 1 の実施形態では、小セルに向け無線信号を送信する場合に、切替スイ

ッチ 112, 113 によりバイパス線路 119 を選択し、エラー増幅器 110 の出力信号がこのバイパス線路 119 を介して送信されるようにしている。このため、エラー増幅器 110 から出力された無線信号は、カプラ 111 による減衰を受けずに送信されることになり、その分エラー増幅器 110 の増幅利得を低く設定して消費電力をさらに低減することが可能となる。

#### 【0049】

さらに第 1 の実施形態では、大セル、中セル及び小セルの各動作モードに応じた増幅動作中に送信電力制御が行われた場合に、その送信電力レベルの変化に応じて適応的に電力増幅器 33A の増幅動作を変更するようにしている。したがって、その時々を送信電力レベルに応じて、常に最適な動作モードにより増幅動作が行われるようになり、これにより電力増幅器 33A による消費電力を効果的に低減することができる。

#### 【0050】

なお、以上述べた第 1 の実施形態に係わる電力増幅器 33A は以下のような各種変形が可能である。

すなわち、先ず図 8 に示す電力増幅器 33B は、フィードフォワード回路の主信号キャンセル回路部において、カプラ 102 により分岐された無線信号を遅延回路 104 で一定量遅延したのちその振幅を振幅調整回路 106 で調整すると共に、カプラ 103 により分岐された増幅後の無線信号の位相を位相調整回路 105 により反転する。そして、上記振幅調整された信号と位相調整された信号とを合成器 107 で足し合わせるように構成したものである。

この構成においても、メイン増幅器 101 から出力される無線信号に含まれる歪み成分を抽出することができる。

#### 【0051】

また、図 9 に示す電力増幅器 33C は、フィードフォワード回路の主信号キャンセル回路部において、カプラ 102 により分岐された無線信号を遅延回路 104 で一定量遅延したのち、その位相を位相調整回路 105 により反転すると共に、振幅を振幅調整回路 106 で調整する。そして、この位相が反転されかつ振幅調整された信号を、カプラ 103 により分岐された増幅後の無線信号と合成器 1

07で足し合わせるように構成したものである。

この構成によっても、メイン増幅器101から出力される無線信号に含まれる歪み成分を検出することができる。

#### 【0052】

(第2の実施形態)

図10は、この発明の第2の実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図2と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

#### 【0053】

この実施形態の電力増幅器33Dは、複数段の増幅器1101, 1102, 1103を有するエラー増幅器110A内に、上記増幅器1101, 1102, 1103の接続段数を切り替える切替スイッチ(切替回路)1104を設けている。そして、この切替スイッチ1104を増幅制御回路120Aにより切り替えることで、増幅器1101, 1102, 1103の接続段数を変更するようにしている。

#### 【0054】

このような構成であるから、例えば小セルに対応する送信電力を送信している状態で、上記増幅器1101, 1102, 1103の接続段数を変更することにより、送信電力レベルを2段階に可変することができる。

#### 【0055】

例えば、無線信号を第1の送信電力レベルで送信する場合には、増幅制御回路120Aから切替制御信号を切替スイッチ1104に与えて、増幅器1102と増幅器1103との間を接続する。この結果、エラー増幅器110Aは直列3段構成の増幅器として動作することになり、この直列3段構成の増幅器1101, 1102, 1103により増幅された無線信号が送信される。

#### 【0056】

これに対し、無線信号を上記第1の送信電力レベルよりも小さい第2の送信電力レベルで送信する場合には、増幅制御回路120Aから切替制御信号を切替スイッチ1104に与えて、増幅器1102を切替スイッチ113に接続する。こ

の結果、エラー増幅器 110A は直列 2 段構成の増幅器として動作することになり、この直列 2 段構成の増幅器 1101, 1102 により増幅された、上記直列 3 段構成の増幅器を使用する場合よりも小さい送信電力レベルの無線信号が送信される。

#### 【0057】

このような構成であれば、可変利得制御増幅器や減衰器等を別途用意することなく、径の異なる 2 種類の小セルに対応してそれぞれ送信電力を設定することが可能となる。なお、一例として個々の増幅器 1101, 1102, 1103 の利得が 10 dB であるとすれば、この 10 dB に相当する電力差を有する 2 種類の小セル用送信電力を設定することができる。

#### 【0058】

なお、図 10 に示した例では、直列 3 段構成の増幅器 1101, 1102, 1103 のうち、2 段目と 3 段目の増幅器 1102, 1103 間に切替スイッチ 1104 を挿入した場合について述べた。しかし、1 段目と 2 段目の増幅器 1101, 1102 間に切替スイッチ 1104 を挿入してもよく、また各増幅器 1101, 1102, 1103 間にそれぞれ切替スイッチを挿入してもよい。

#### 【0059】

1 段目と 2 段目の増幅器 1101, 1102 間に切替スイッチ 1104 を挿入した場合には、送信電力差を増幅器 2 個分（例えば 20 dB）にすることができる。一方、各増幅器 1101, 1102, 1103 間にそれぞれ切替スイッチを挿入した場合には、大きさが 10 dB ずつ異なる 3 種類の送信電力を選択的に発生することができる。なお、増幅器の段数をさらに増やし、これらの増幅器間にそれぞれ切替スイッチを挿入することで、送信電力をさらに多段階に制御することが可能となる。

#### 【0060】

##### （第 3 の実施形態）

図 11 は、この発明の第 3 の実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器の構成を示す回路ブロック図である。なお、同図において前記図 2 と同一部分には同一符号を付して詳しい説明は省略する。

## 【0061】

この実施形態の電力増幅器 33E は、カプラ 111 を迂回させるためのバイパス線路 119 を、切替スイッチ 113 を使用せずに無線信号出力路に直接接続するようにしたものである。この場合、切替スイッチ 112 の可動接点を固定接点 “a” 側に切り替えた状態で、バイパス線路 119 の影響により無線信号出力路でインピーダンス不整合が発生しないようにするために、バイパス線路 119 の線路長を無線信号波長の例えば  $1/4$  に設定する。

## 【0062】

また、インピーダンス不整合を防止する手段としては、他に図 12 に示すようにバイパス線路 119 にキャパシタ 117 を挿入したり、また図 13 に示すようにバイパス線路 119 と無線信号出力路との接続点にオープンスタブ 118 を設けるもの等が考えられる。

## 【0063】

以上のように構成することで、切替スイッチ 113 を不要にすることができ、これにより切替回路の回路部品数の削減と回路構成の簡単小型化を図ることができる。また、インピーダンス不整合による信号減衰を低く抑えることができる。

## 【0064】

(その他の実施形態)

前記第 1 の実施形態では、図 3 に示したように大セル、中セル及び小セルの 3 種類のセル径に対応して電力増幅器 33A の動作状態を可変設定する場合について述べた。しかし、大セルと小セル、或いは中セルと小セルの 2 種類のセルに対応して、電力増幅器 33A の動作状態を可変設定するようにしてもよい。いずれの場合も、小セルの場合にはメイン増幅器 101 の電源をオフすると共にエラー増幅器 110 の電源を投入し、かつ切替スイッチ 112, 113 の可動接点が固定接点 “b” に切り替わるように制御される。

## 【0065】

また、前記第 1 の実施形態では、例えば基地局の設置時に当該基地局がカバーしようとするセルの径に応じて、電力増幅器 33A の動作状態を固定的に設定する場合を例にとって述べた。しかしそれに限るものではなく、すべてのセルに対

し電力増幅器 3 3 A の動作状態を同一に設定し、基地局と移動局との間の距離の変化に応じて行われる送信電力のオープンループ制御に連動して、電力増幅器 3 3 A の動作状態を可変制御するようにしてもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

さらに、前記第 1 の実施形態では、電力増幅器 3 3 A 内に設けられた増幅制御回路 1 2 0 が、ベースバンド回路 1 の主制御部 1 0 からの指示を受けて、メイン増幅器 1 0 1、エラー増幅器 1 1 0 及び切替スイッチ 1 1 2, 1 1 3 を制御する場合を例にとって説明した。しかしこれに限るものではなく、電力増幅器 3 3 A 内には増幅制御回路 1 2 0 を設けずに、ベースバンド回路 1 の主制御部 1 0 がメイン増幅器 1 0 1、エラー増幅器 1 1 0 及び切替スイッチ 1 1 2, 1 1 3 を直接制御するように構成してもよい。

#### 【 0 0 6 7 】

さらに、前記第 1 の実施形態では、移動通信システムの基地局に設けられる無線通信機を例にとって説明したが、移動局に設けられる無線通信機にこの発明を適用することも可能である。移動局は通常、バッテリーを電源として動作するため、この発明を適用することでバッテリー寿命の大幅な延長が期待できる。

#### 【 0 0 6 8 】

さらに、前記各実施形態では、バイパス線路 1 1 9 によりカプラ 1 1 1 を迂回するようにしたが、減衰量が少ないカプラを使用可能な場合には、カプラ 1 1 1 を迂回するためのバイパス線路 1 1 9 及び切替スイッチ 1 1 2, 1 1 3 を不要にすることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

さらに、前記各実施形態では無線アクセス方式として C D M A 方式を採用した無線通信機とそのフィードフォワード型増幅器を例にとって説明した。しかし、それ以外に F D M A (Frequency Division Multiple Access) 方式や、T D M A (Time Division Multiple Access) 方式、O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) を採用した無線通信機とそのフィードフォワード型増幅器にも、この発明は適用可能である。

#### 【 0 0 7 0 】

また前記各実施形態では、フィードフォワード型増幅器を電力増幅器に使用した場合を例にとって説明したが、必要に応じて他の増幅器に使用することも可能である。その他、無線通信機の構成や無線アクセス方式、フィードフォワード型増幅器の回路構成、増幅制御回路の制御手順及び制御内容等についても、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

#### 【0071】

要するにこの発明は、上記各実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

#### 【0072】

##### 【発明の効果】

以上詳述したようにこの発明では、制御手段により、第1の増幅回路の電源を切断すると共に第2の増幅回路の電源を投入し、この状態で上記第2の増幅回路から出力される第3の信号を増幅信号として出力させるようにしている。

したがってこの発明によれば、小信号出力時における消費電力をさらに低減することを可能にしたフィードフォワード型増幅器とこの増幅器を備えた無線通信機を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器を備えた無線通信機の構成を示すブロック図。

【図2】 図1に示した無線通信機が備えるフィードフォワード型増幅器の構成を示すブロック図。

【図3】 図2に示すフィードフォワード型増幅器の増幅制御回路による制御内容を示す図。

【図4】 図2に示すフィードフォワード型増幅器による消費電力低減効果を説明するための図。



【図 5】 図 2 に示すフィードフォワード型増幅器の動作説明に使用する等価回路図。

【図 6】 図 2 に示すフィードフォワード型増幅器の動作説明に使用する等価回路図。

【図 7】 図 2 に示すフィードフォワード型増幅器の動作説明に使用する等価回路図。

【図 8】 図 2 に示したフィードフォワード型増幅器の他の実施例を示すブロック図。

【図 9】 図 2 に示したフィードフォワード型増幅器のその他の実施例を示すブロック図。

【図 10】 この発明の第 2 の実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器の構成を示すブロック図。

【図 11】 この発明の第 3 の実施形態に係わるフィードフォワード型増幅器の構成を示すブロック図。

【図 12】 図 11 に示したフィードフォワード型増幅器の他の実施例を示す要部構成図。

【図 13】 図 11 に示したフィードフォワード型増幅器の別の実施例を示す要部構成図。

#### 【符号の説明】

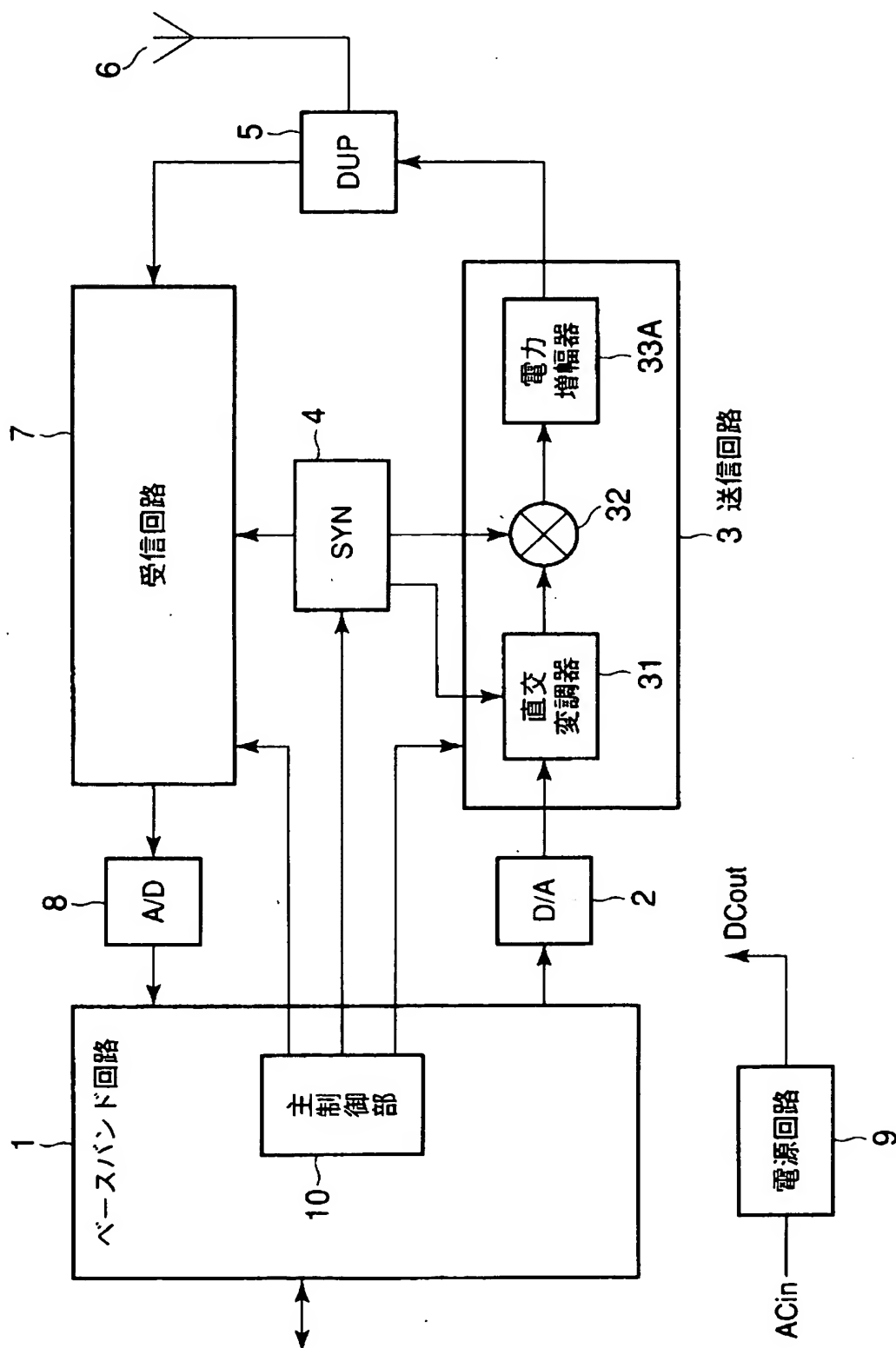
1…ベースバンド回路、2…ディジタル／アナログ変換器（D/A）、3…送信回路、4…周波数シンセサイザ、5…アンテナ共用器（DUP）、6…アンテナ、7…受信回路、8…アナログ／ディジタル変換器（A/D）、9…電源回路、10…主制御部、31…直交変調器、32…周波数変換器、33A, 33B, 33C, 33D, 33E…電力増幅器、101…メイン増幅器、102, 103, 111, 114…カプラ、104, 115…遅延回路、105, 108…位相調整回路、106, 109…振幅調整回路、107…合成回路、110, 110A…エラー増幅器、112, 113…切替スイッチ、116…検波回路、117…キャパシタ、118…オープンスタブ、119…バイパス線路、120, 120A…増幅制御回路、121…給電制御回路、1101, 1102, 1103…

エラー増幅器を構成する増幅器、1 1 0 4…切替スイッチ。

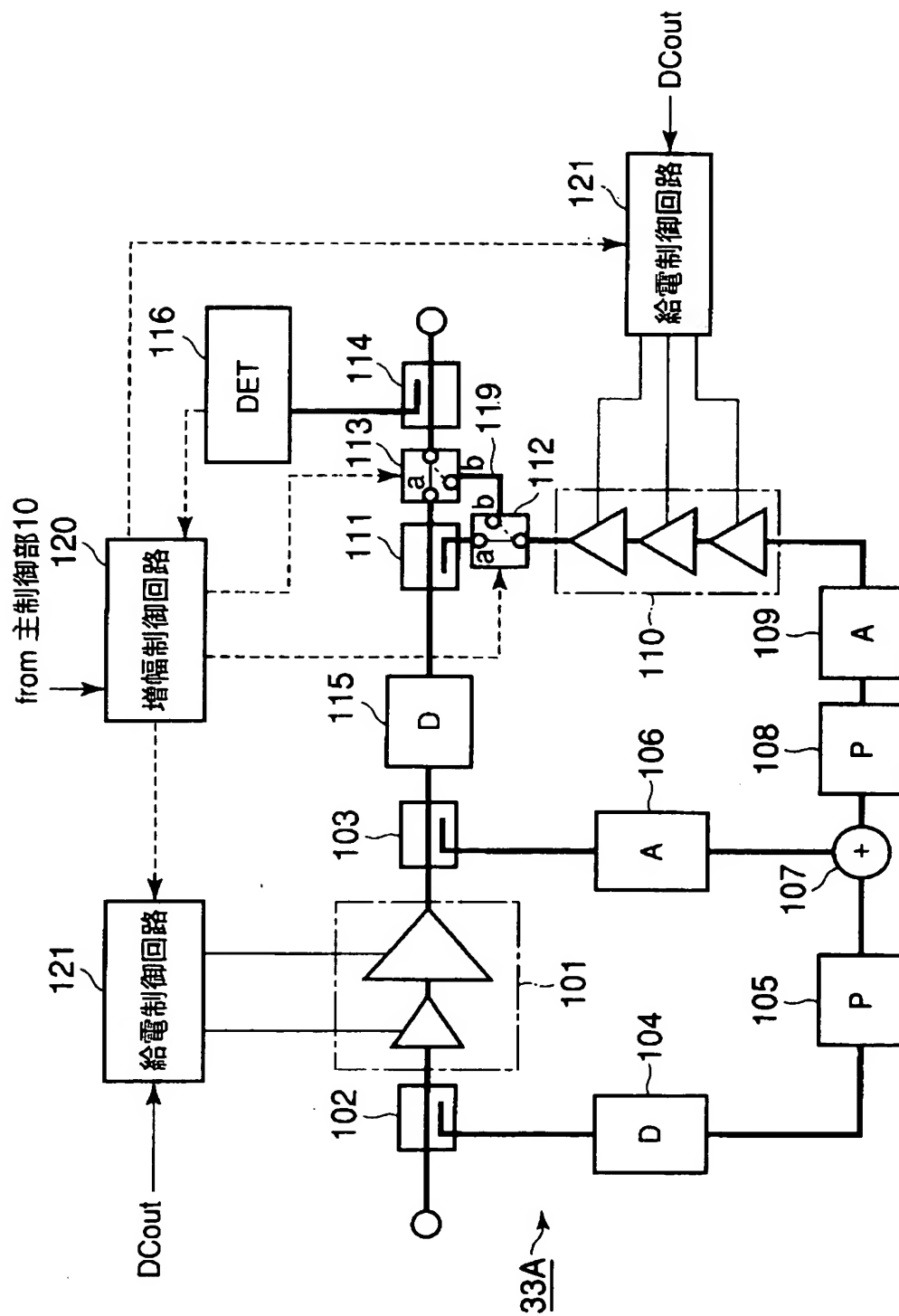
【書類名】

図面

【図 1】



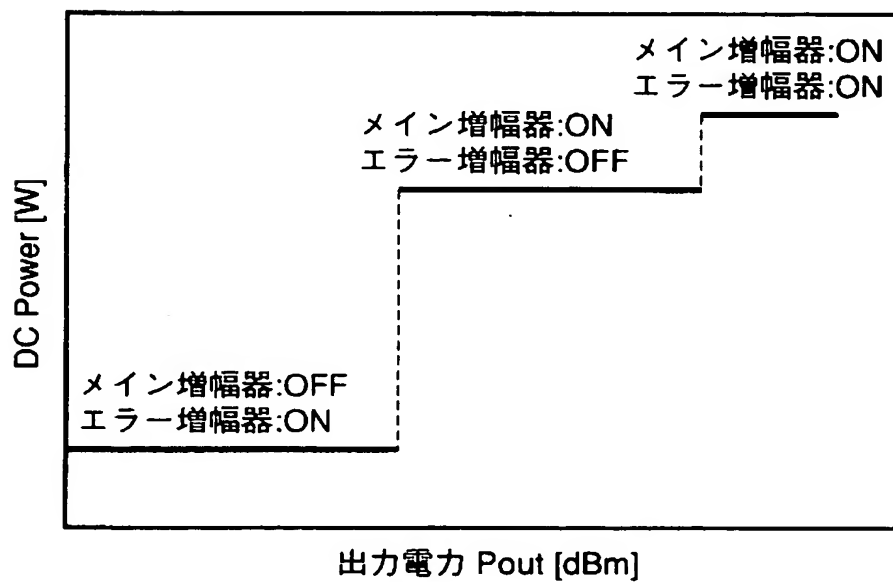
【図 2】



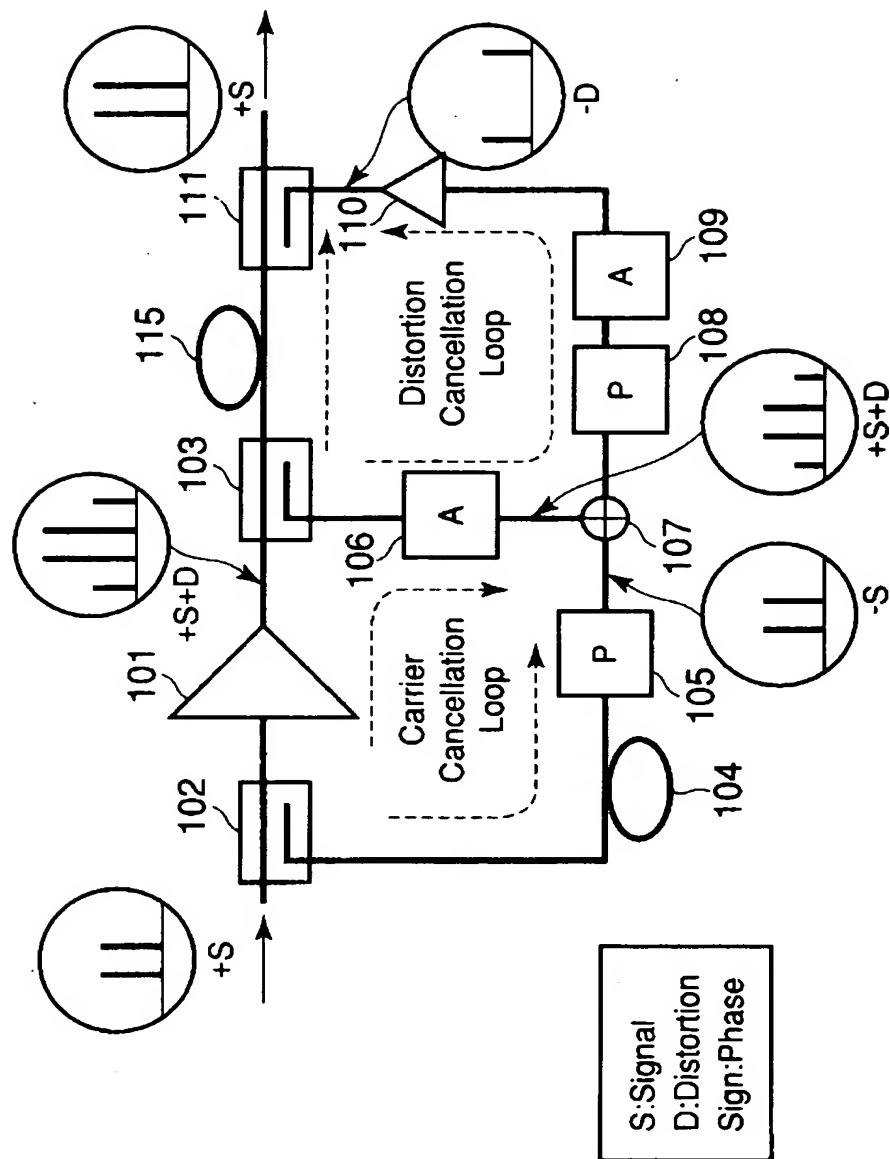
【図 3】

セルの種類	メイン増幅器 動作状態	エラー増幅器 動作状態	切替スイッチ
大セル	ON	ON	接点"a"
中セル	ON	OFF	接点"a"
小セル	OFF	ON	接点"b"

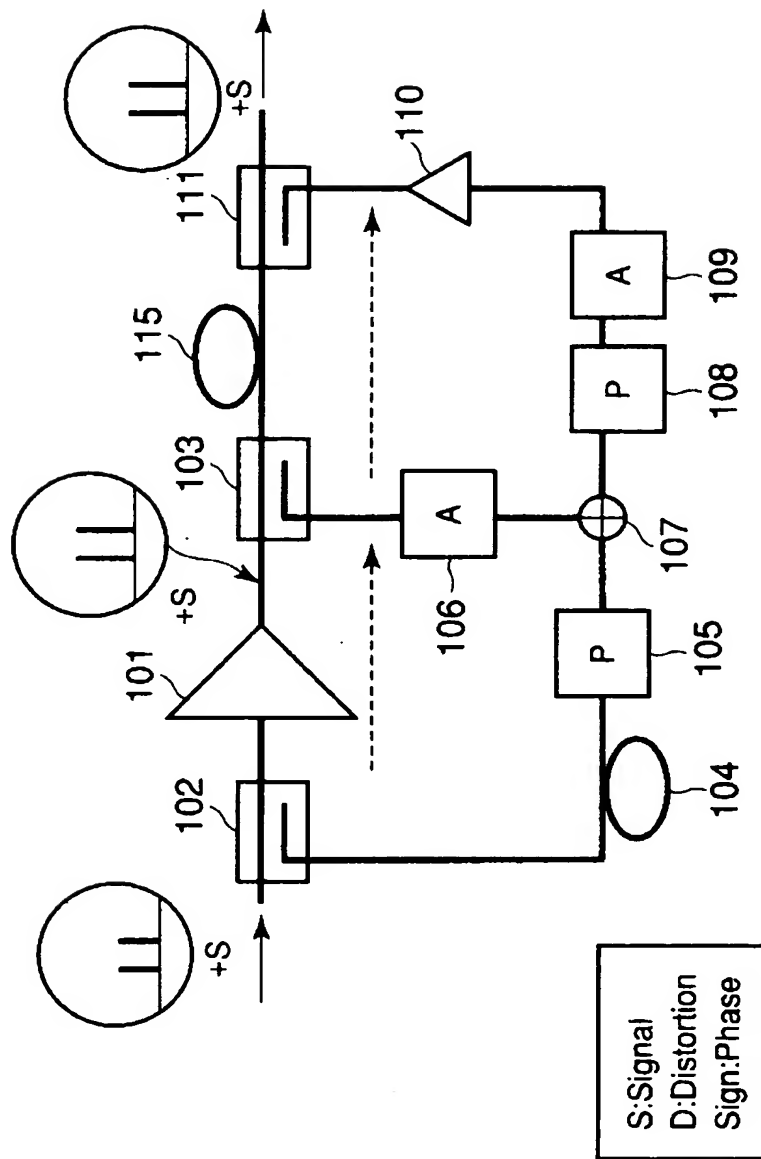
【図 4】



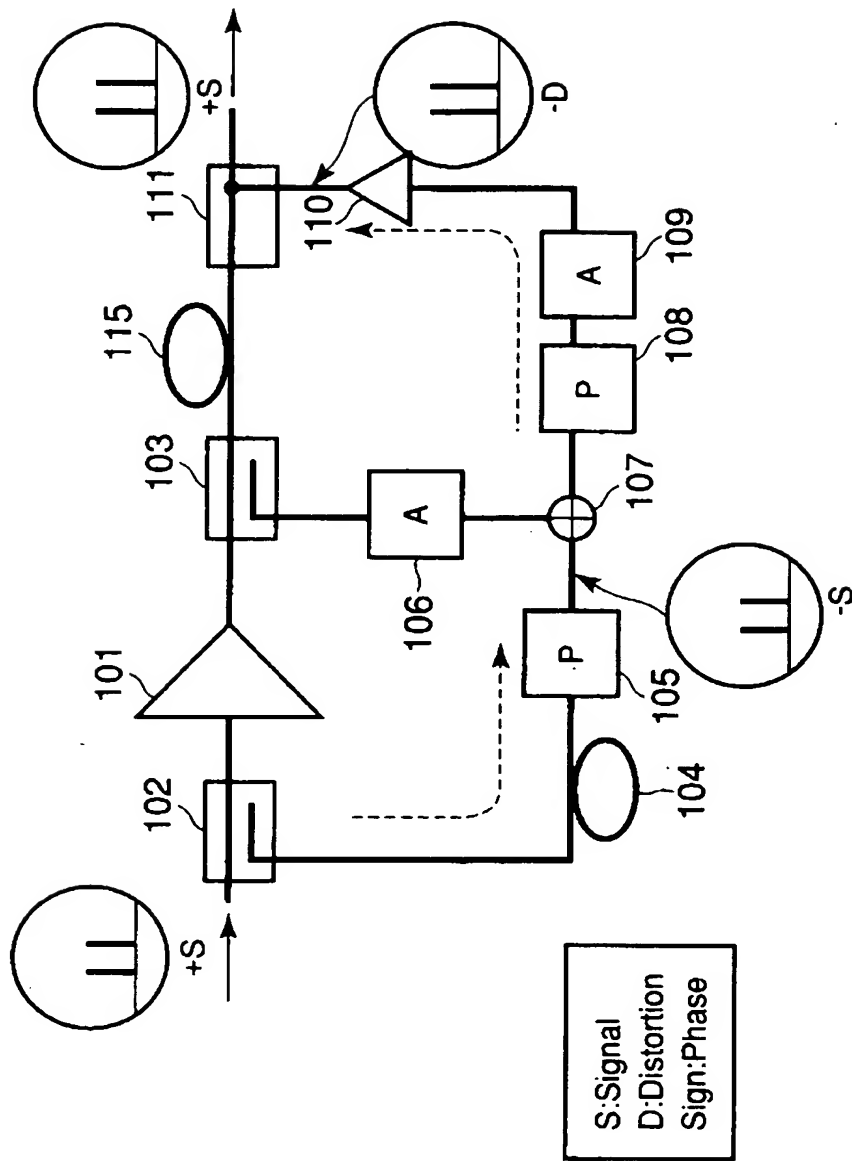
【図 5】



【図 6】

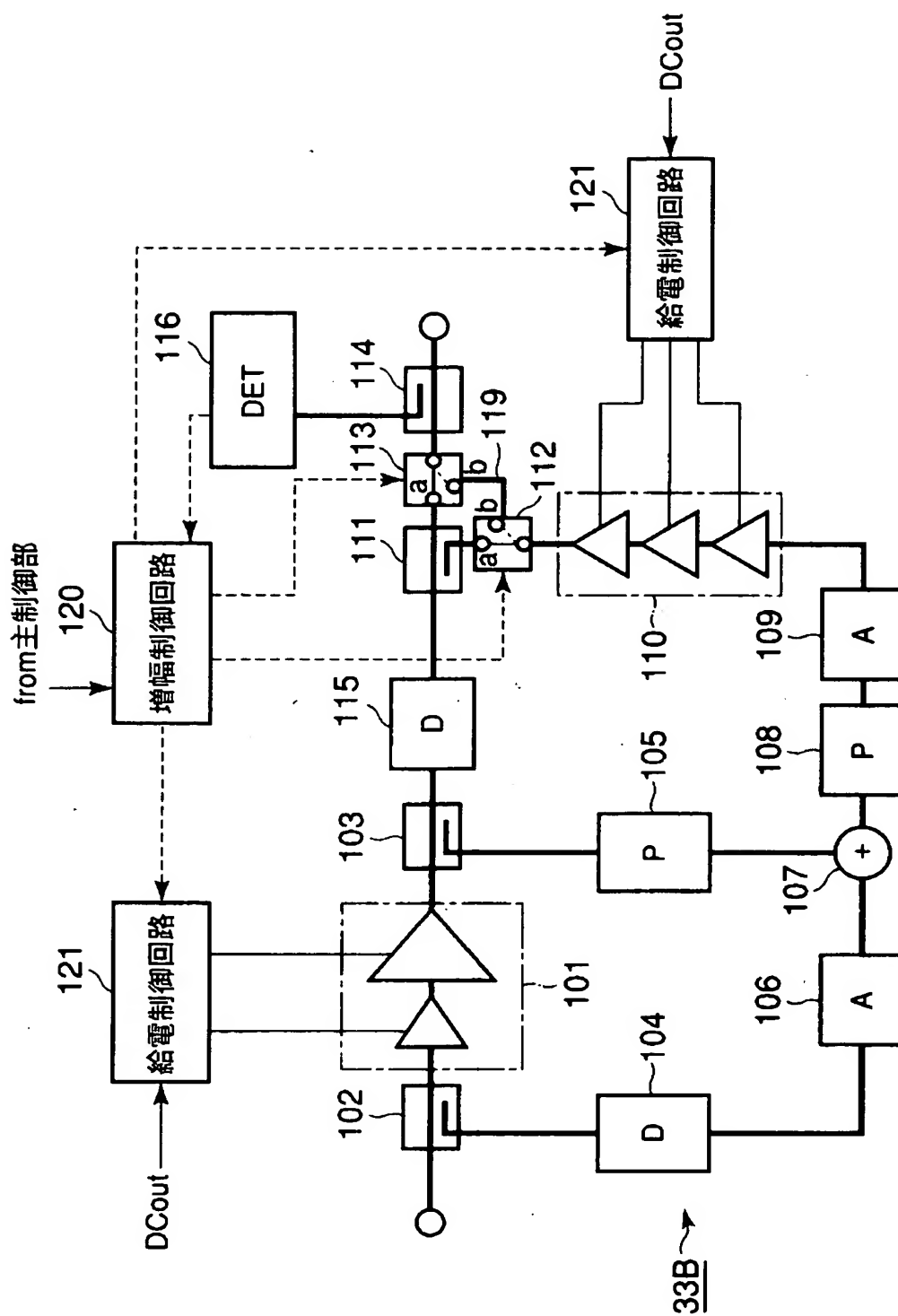


【図 7】

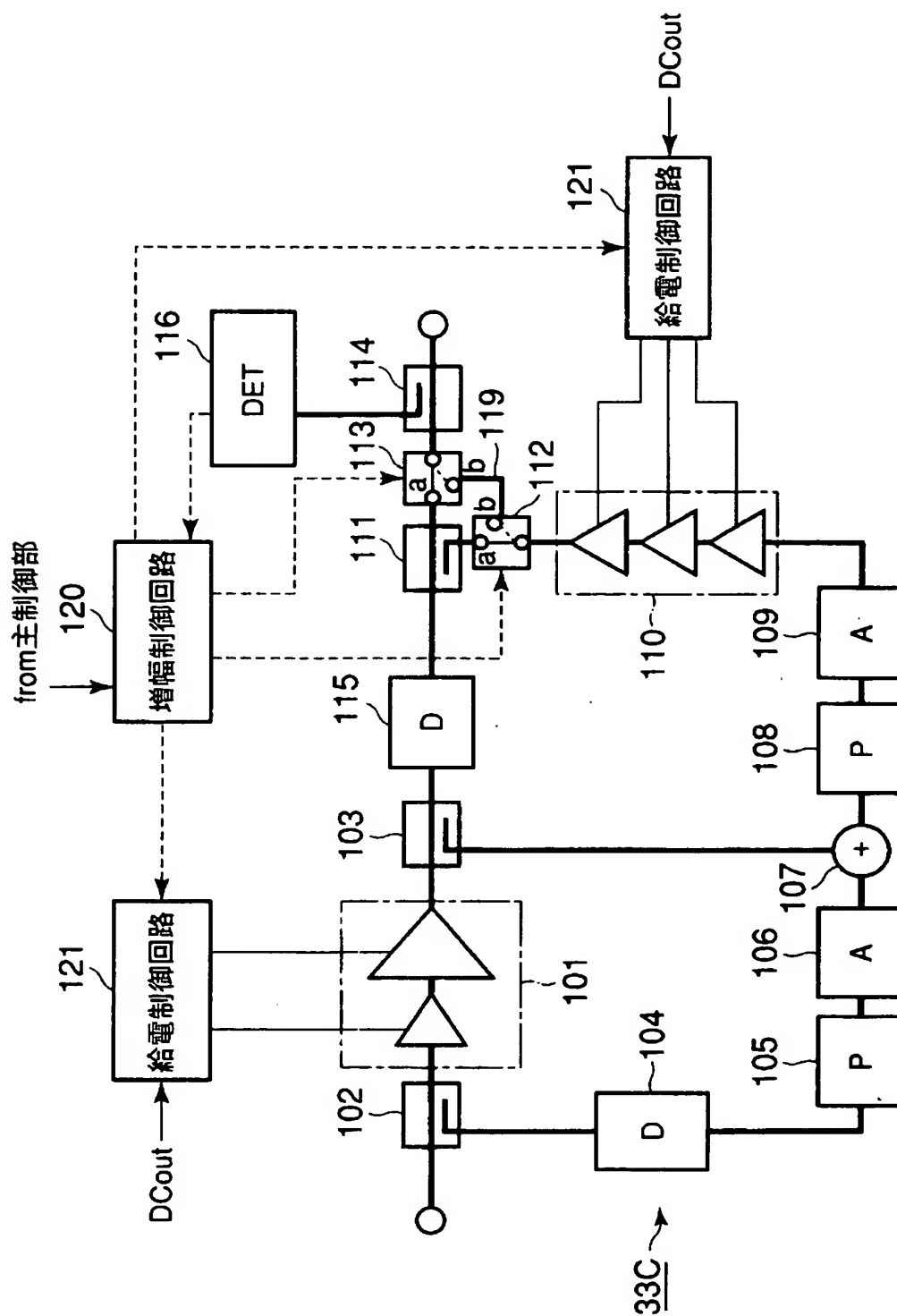




【図 8】



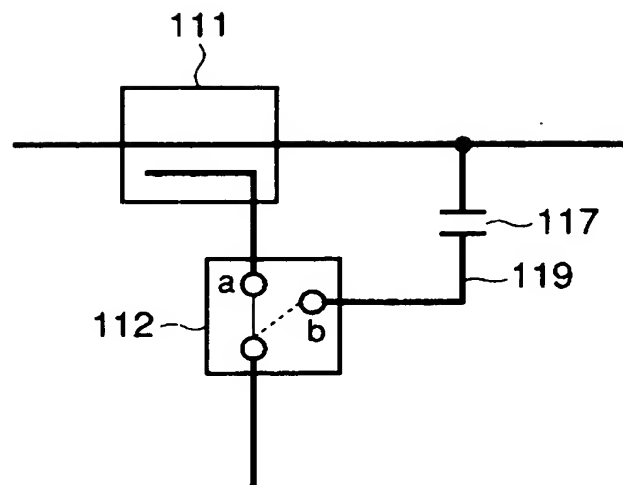
【図 9】



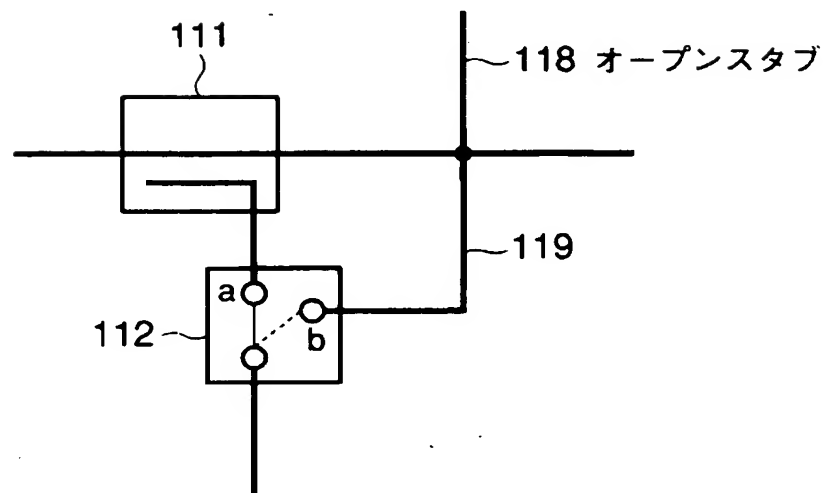




【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小信号出力時における消費電力をさらに低減する。

【解決手段】 増幅制御回路 1 2 0 において、主制御部 1 0 から指定された増幅動作モードに応じ、小セルに向け無線信号を送信する場合には、メイン増幅器 1 0 1 への給電を断って代わりにエラー増幅器 1 1 0 へ給電するように給電制御回路 1 2 1 を制御すると共に、切替スイッチ 1 1 2, 1 1 3 を可動接点が固定接点 “b” 側に切り替わるように制御する。そして、これによりエラー増幅器 1 1 0 で増幅された無線信号を、小セルに対応する電力の無線信号として送信する。

【選択図】 図 2

特願 2003-089802

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日            2001年   7月   2日  
   [変更理由]            住所変更  
                            東京都港区芝浦一丁目1番1号  
                            株式会社東芝
2. 変更年月日            2003年   5月   9日  
   [変更理由]            名称変更  
                            住所変更  
                            東京都港区芝浦一丁目1番1号  
                            株式会社東芝            ~